

**SYNTHESE DES TRAVAUX DE MODELISATION DE MESURE D'IMPACT DE
L'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION AU LAC ALAOTRA.**

ETUDE SUR LES RFR du projet BVlac et ANR pépites

**José H Andriarimalala , Eric Penot
Décembre 2012**

1 Mise en place de scénarii d'analyse prospective à partir du réseau de fermes de référence du projet Bvlac pour l'année 2012 (COTTET Lionel, PENOT Eric, 2010)

1. Quelques termes à définir

Le RFR ou Réseau de Ferme de Référence est un ensemble d'exploitations représentatives des différentes situations agricoles et issu d'une typologie des exploitations (2007) au niveau des zones d'intervention du projet BVLac dans la région du Lac Alaotra. Le RFR fait l'objet de suivi annuel (2008-2010), simulé avec le logiciel Olympe (INRA/CIRAD/IAMM) pour permettre de mesurer l'impact des actions du projet.

Plusieurs documents de travail ont été réalisés dans la collection AFD sur ce sujet ;

Réseau RFR du projet de développement BV-lac (AFD)

- Doc n° 4 ; les réseaux de fermes de références (RFR). Penot E. (2009) BV-lac
- Doc n° 5 : L'analyse économique avec Olympe dans les RFR. Penot E (2008). BV-lac
- Doc n° 10 : analyse des exploitations agricoles au lac en 2007. Durand C Nave S et Penot R. (2007) BV-lac.
- Doc n° 18 : conventions de modélisation pour le RFR. Terrier M et Penot E. (2008). BV-lac.
- Doc n° 35 : Description des principaux itinéraires techniques standard BRL (2008).Domas Raphael, ANDRIAMALALA Herizo e Penot Eric
- Doc n° 36 : Description des principaux itinéraires techniques standard SD-MAD (2008). Sophie Cauvy, Eric Penot,Francois Xavier Chabaud, RAVONOMANANA Jean Eddy
- Doc n° 37 : Description des principaux itinéraires techniques standard AVSF (2008). Sophie Cauvy, Eric Penot, Brice Dupin, Paulin Hyac.
- Doc n° 43 ; Mise au point des scénarios en analyse prospective et des simulations sur les exploitations agricoles du réseau de fermes de référence. Projet BV-lac, lac Alaotra, Madagascar, (2009). Sophie Cauvy et E Penot

- Doc n° 52 : Evaluation socio-économique de l'impact des cultures en semis direct sous couvert végétal (SCV) sur les systèmes d'élevage et les pratiques d'intégration agriculture-élevage au lac Alaotra, Madagascar, Vincent Heislen, P. Salgado, E. Tillard, E. Penot (2010).
- Doc n° 58 : Aide à la décision dans un projet de développement : méthodologie d'analyse prospective utilisée au projet BVlac. Lionnel Cottet, Eric Penot & Raphaël Domas. (2011).
- Doc n° 59 : Analyse des scénarios prospectifs pour la zone ouest du lac AVSF/ANAE en 2010. Lionnel Cottet, Eric Penot, Rapahel Domas (2011).

Réseau RFR du projet de recherche ANR pépites (EU)

- Doc n° 89 : Les outils pour l'analyse du Réseau de fermes de références du projet ANR pépites tâche 5 centré sur l'élevage et l'agriculture de conservation. Partie 2. Pierre Damien Bascou, Eric Penot, Betty Wampfler. 2012.
- Doc n° 91 : Organisation du travail et trésorerie des exploitations agricoles. Modélisation du Réseau de fermes de références du projet ANR pépites tâche 5 centré sur l'élevage et l'agriculture de conservation. Partie 3 Pierre Damien Bascou, Eric Penot, Betty Wampfler
- Doc n° 92 : Analyse prospective de la trajectoire des exploitations. Modélisation du Réseau de fermes de références du projet ANR pépites tâche 5 centré sur l'élevage et l'agriculture de conservation. Partie 4. Pierre Damien Bascou, Eric Penot, Betty Wampfler
- Doc n° 93 : Exemple d'analyse prospective de la trajectoire d'une exploitation agricole suivie par AVSF (zone ouest du lac Alaotra). Partie 5 Pierre Damien Bascou, Eric Penot, Betty Wampfler
- Doc n° 94 : Comparaison de 11 exploitations agricoles du RFR du projet ANR pépites. Exemple de modélisation prospective d'une exploitation laitière. Partie 6 Pierre Damien Bascou, Eric Penot, Betty Wampfler

L'analyse ex post et ex ante (prospective)

Un scénario est une séquence hypothétique d'évènements construite dans le but de porter notre attention sur les processus causals et de décision (Gallopin, 2002,). L'objectif de la mise en place des scénarii par les opérateurs d'un projet est de pouvoir visualiser l'intérêt et l'impact des technologies proposées aux paysans (adoption des techniques SCV, intensification d'un système de culture, diversification des activités, intégration agriculture élevage etc.) sur les systèmes de production (besoin en travail, performance économique, résilience, etc.). Ces technologies proposées à partir des scénarii d'analyse prospective doivent être, à priori adaptées aux situations et orientations stratégiques des paysans.

Grâce à la modélisation avec Olympe, les impacts des technologies proposées aux paysans peuvent être mesurées sur la base d'indicateurs techniques (valorisation de la journée de travail, rendement, calendrier de travail, etc.) et économiques (solde de trésorerie, marge brute, etc.) en comparant l'exploitation de référence et sa variante (sans projet ou avec une autre variation). La résilience de l'exploitation face aux divers risques et aléas potentiels est aussi analysée pour étudier la durabilité de

l'exploitation adoptant les nouvelles technologies proposées. La **résilience** d'un système est la capacité de ce système à revenir à son état initial après une perturbation, un choc ou une adversité. Elle peut être mesurée avec des analyses de sensibilité sur certains indicateurs.

Les indicateurs économiques utilisés

Le résultat (issu du Compte d'exploitation général) est la somme des marges nettes de toutes les activités agricoles ou « revenu agricole net ».

Le revenu total est = résultat + revenu off farm.

Le solde ou solde de trésorerie indique le capital réellement disponible en fin d'année une fois effectuées toutes les dépenses liées à l'exploitation et au ménage et intégrant les recettes de la famille (off farm). En d'autres termes, le solde reflète la somme d'argent qui reste réellement à la famille à la fin de l'année.

Après avoir défini ces termes courants, nous allons aborder les différents scénarii réalisés au cours de cette étude et leurs principaux résultats sur les exploitations.

2. Liste des scénarii réalisés et principaux résultats (2010-2012)

Les scénarii réalisés peuvent être classifiés en plusieurs niveaux :

- a. Au niveau d'une parcelle
- b. Au niveau d'un système de culture ou d'un système d'élevage
- c. Au niveau d'un système de production (intégration agriculture-élevage)
- d. Au niveau d'un système d'activité (off farm, crédit, etc.)

Le tableau 1 détaille les scénarii réalisés (par zone et par exploitation) et les principaux résultats de leur réalisation.

Tableau 1: Liste des scenarii réalisés par zone et par exploitation et principaux resultats

N°	Type	Scenario testé	Effet sur le solde	Effet sur le temps de travail	Résilience de l'exploitation
Lot 1 : zone BRL Sud-est					
M1301	D	Mise en place d'un système de rizi-pisciculture sur 0.5ha	+ 500 000 Ar	Forte augmentation	Forte
		Mise en place d'une culture de tomate de saison sur les 0.12ha de baiboho à la place du riz	+ 640 000 Ar	Faible augmentation	Extrêmement peu robuste car très sensible aux aléas climatiques
		Mise en place d'un atelier canard	+ 400 000 Ar	Faible augmentation	Résilience très faible si les canards ne sont pas vaccinés
NP0801	E	Mise en place d'un itinéraire SCV sur les 0.5 ha de RIA avec contre saison vesce	+ 370 000 Ar	Nul	Forte
		Mise en place d'un itinéraire SCV sur les 0.5 ha de RIA avec contre saison vesce et de cultures maraichères en alternance	+ 2 600 000 Ar	Augmentation importante du travail en contre saison	Robuste au prix des cultures maraichères
NP0802	D	Contre saison de concombre et de haricot sur RIA sur 0.20 ha	+ 700 000 Ar	Forte en contre saison	Faible
		Mise en place d'un itinéraire SCV ultra-intensif	+ 1 500 000	Faible	Sensible au prix des intrants

Lot 2 : zone BRL Nord-est

M901	C	Achat d'une canne planteuse, et mise en place d'un itinéraire technique avec utilisation du 2.4 D sur riz pluvial ET location chaque année d'une parcelle différente d'1 ha de <i>tanety</i> afin de cultiver de l'arachide en conventionnel	+ 60 000 Ar	Nul	Forte
		Achat d'une canne planteuse, et mise en place d'un itinéraire technique avec utilisation du 2.4 D sur riz pluvial ET mise en place d'un système à bas niveau d'intrants sur 1 ha de <i>tanety</i> en location	+ 535 000 Ar		
		Achat d'une canne planteuse, et mise en place d'un itinéraire technique avec utilisation du 2.4 D sur riz pluvial ET mise en place d'un système à bas niveau d'intrants sur 1 ha de <i>tanety</i> en location avec chaque année une surface constante dédiée à chaque culture	+ 535 000 Ar		
		Contre saison de haricot sur RI	+ 700 000 Ar	Augmentation en contre saison	Forte
		Contre saison de pomme de terre sur RI	+ 2 500 000 Ar		Résilient au prix de la pomme de terre
		Contre saison de pomme de terre et haricot sur RI	+ 1 000 000 Ar		
		Contre saison de pomme de terre sur RI financée par un crédit	+ 2 500 000 Ar		
M701	C	Contre saison de tabac sur baiboho	+ 50 000 Ar	Faible augmentation	Forte résilience à la hausse des engrais et
		Culture de pomme de terre tardive en contre saison sur baiboho	+ 525 000 Ar		

		Culture de haricot puis de pomme de terre tardive en contre saison sur baiboho	+ 515 000 Ar		résilience plutôt forte au prix des pommes de terre
		Culture de pomme de terre précoce en contre saison sur baiboho	+ 1 000 000 Ar		
		Semences de pomme de terre autoproduites sur l'exploitation	+ 1 270 000 Ar		
		Semences de pomme de terre autoproduites sur l'exploitation mais une faible surface de pommes de terre tardives par rapport aux précoces	+ 1 355 000 Ar		
		Semences de pomme de terre autoproduites sur l'exploitation et engraissement d'un porc	+ 1 220 000 Ar		Faible à cause de la PPA
		Semences de pomme de terre autoproduites sur l'exploitation et engraissement de trois porcs	+ 1 450 000 Ar		
		Semences de pomme de terre autoproduites sur l'exploitation et mise en place d'un atelier porcin naisseur	+ 1 480 000 Ar		
M704	D	Mise en place d'un atelier volaille	+ 2 600 000 Ar	Faible augmentation	Résilience au prix des œufs de canard
		Mise en place d'un atelier volaille et association riziculture et élevage de canards	+ 2 660 000 Ar		

Lot 3 : zone AVSF/ANAE

M1701	C	Abandon de la culture de riz en contre saison sur les 0.75 ha de RI en métayage au profit de la mise en place d'une contre saison maraichère sur 0.5ha de RIA	+ 1 300 000 Ar	Nul	Forte
		Production de fumier composté afin de fertiliser les 0.75 ha de RI.	+ 140 000 Ar	Nul	Forte
		SRA sur RI avec/sans crédit, avec/sans augmentation annuelle de la surface en SRA	+ 300 000 Ar	Faible augmentation	Faible
D002	C	Mise en place d'un système à bas niveau d'intrants et surface annuelle dédiée à chaque culture constante	Stable, autour de 600 000 Ar	Nul	Forte
		Sur RI, contre saison de pomme de terre une année et contre saison de haricot les deux années suivantes	+ 650 000 Ar	Faible augmentation en contre saison	Moyenne
		Sur RI, riz de contre saison une année et pomme de terre de contre saison l'année suivante	+ 920 000 Ar		
		Engraissement de deux porcs supplémentaires	+ 200 000 Ar	Nul	Très faible car très sensible à la PPA
		Mise en place d'un système à bas niveau d'intrants, avec chaque année une surface constante dédiée à chaque culture ET contre saison de pomme de terre une année et contre saison de haricot les deux années suivantes sur rizière irriguée ET engraissement de deux porcs supplémentaires	+ 850 000 Ar	Faible augmentation en contre saison	
M202	A	Mise en place d'un atelier laitier	+1 000 000 Ar en vitesse de croisière et investissement initial de 1 000 000 Ar	Nul	Forte

		Spéculation sur la moitié de la récolte de 3.5 ha de RI	+ 1 800 000 Ar	Nul	Forte
		Spéculation et achat d'un motoculteur	+ 1 450 000 Ar	Diminution du temps de travail familiale par deux	Forte
		Achat d'une motopompe afin de faire de la contre saison de pomme de terre sur RI	+ 700 000 Ar avec un investissement faible	Augmentation du temps de travail	Moyenne
		Installation de canne à sucre	+ 280 000	Faible augmentation	Forte
		Reboisement d'eucalyptus sur 1ha de <i>tanety</i>	+ 2 500 000 Ar 5 ans après la plantation et 5 000 000 Ar 10 ans après	Nécessite de la main d'œuvre importante pour la trouaison	Faible car fort risque de feu de brousse
Exemples de Fermes non encadrées par le projet					
M1401	D	Mise en place d'un système SCV sur 0.25 ha de RIA	+ 300 000 Ar	nd	Robuste au prix des intrants
M1603	C	Mise en place d'un système SCV à bas niveau d'intrants sur 0.14 ha de <i>tanety</i>	Négligeable	nd	Forte résilience
		Mise en place d'un système SCV intensif sur 0.14 ha de <i>tanety</i>	Négligeable	nd	Forte résilience

3 Proposition d'autres scénarii non encore testés

On constate que pour ces types d'exploitations, les deux activités (agriculture et élevage) au niveau de chaque exploitation ne sont pas encore vraiment en synergie. Des scénarii d'amélioration de l'intégration entre l'agriculture et l'élevage au niveau de l'exploitation peuvent donc être proposés dont :

- mise en place d'un atelier laitier + cultures de 0,5 ha de brachiaria sur *tanety* et 0,5 ha d'avoine en contre saison pour l'alimentation d'une vache laitière ;
- mise en place d'un atelier porc engraisseur + production de concentré sur la ferme.
- mise en place d'un parc amélioré et d'une fosse fumièrre pour améliorer la quantité et la qualité de fumure organique, ceci afin d'augmenter les rendements en riz

On peut aussi renforcer les activités d'élevage rémunérateur :

- mise en place d'un élevage de 50 têtes de canard mulard pour production de foie gras ou 50 têtes d'oies ou 50 têtes de poule pondeuse ou poule de race locale ;
- mise en place d'un élevage de vers à soie ;
- mise en place d'un atelier apiculture ;
- mise en place de pisciculture : production d'alevins et grossissement de 100 carpe.
-

Des scénarii d'activités pour renforcer la trésorerie :

- spéculation des protéagineuses et séchage (haricot, pois de terre, niébé, etc.) puis écoulement et vente des produits vers la capitale et autres régions.

Par ailleurs, des scénarii dits « idéaux » peuvent être aussi avancés :

- Idéal 1 : mise place des systèmes SCV pour la totalité des surfaces exondées de l'exploitation, avec une progression de la surface dédiée aux SCV en 4 ans ;
- Idéal 2 : mise en place des systèmes SCV sur la moitié des surfaces en RMME de l'exploitation, avec une progression des surfaces dédiées aux SCV en 4 ans ;
- RMME amélioré : mise en place d'un itinéraire technique de riz pluvial sebota sur la totalité des surfaces en RMME de l'exploitation ;
- Idéal 1 + RMME amélioré
- Idéal 1 + RMME amélioré + SRI/SRA sur les RI

Scénario d'adoption des meilleurs systèmes SCV après maîtrise.

L'idée est de regarder dans la base de données Olympe les itinéraires techniques existantes SCV les meilleurs par zone et les appliquer à l'exploitation choisie pour le modélisation représentative de la zone. Ce scénario serait appelé : « scénario de bonne maîtrise des systèmes ».

Scénario d'intensification écologique

Ce type de scénario implique le choix des meilleurs systèmes SCV actuels en estimant l'impact d'une fertilisation moyenne de type 50 kg/ha urée et 100 kg/ha de NPK (formule classiquement utilisée par les paysans avant 2008 en prenant comme rendement standard 3000 kg/ha les 2 premières années puis 3500 kg/ha les années suivantes pour maïs et riz pluvial (sur tanery et baiboho).

4 Evaluation technico-economique de l'impact de l'introduction des systemes en agriculture de conservation dans les exploitations agricoles de la region du Lac Alaotra, Madagascar ; Poletti Sarra, 2011

4.1 Généralités

L'objectif de cette étude est de réaliser une évaluation technico-économique de l'introduction des systèmes SCV dans les exploitations agricoles du lac Alaotra. Il s'agit d'adopter une démarche contrefactuelle, c'est-à dire, on reconstruit la situation de référence de l'exploitation où elle n'avait pas adopté les SCV. Cette situation de référence sera ensuite comparée économiquement à la situation actuelle de l'exploitation. La situation de référence est construite à partir d'un modèle basé sur des rotations et itinéraires standards non SCV, par toposéquence et par zone. La situation actuelle est le niveau d'adoption réel des techniques SCV de chaque exploitation.

Pour savoir le niveau d'adoption réel des techniques SCV de chaque exploitation, une typologie de comportement face à l'adoption des pratiques liées aux grands principes des systèmes SCV a été établie. La majorité des exploitations encadrées par le projet (71%) réalise des pratiques innovantes définies sous le terme de système de culture innovant (SCI). Il s'agit d'un processus d'innovation spontané à partir d'un « mixage » des pratiques dites conventionnelles et SCV. Les principes SCV les plus adoptés sont les pratiques de la rotation et du paillage sur les cultures de contre saison. Quant aux systèmes SCV *stricto sensu*, ils se diffusent très peu spontanément (9%). Vingt pourcent des exploitations font des pratiques conventionnelles basées sur des cultures pluviales en monoculture sur surfaces exondées et de la riziculture irriguée intensive.

Les processus d'innovation ont été mis en évidence par comparaison avec les pratiques en systèmes conventionnel et SCV.

4.2 Zone d'étude et echantillonnage des exploitations

Zone d'étude

Les zones d'étude choisies comprennent la zone nord-est et la vallée du sud-est du Lac Alaotra. Ces deux zones présentent une grande surface en SCV (430 ha pour le nord-est et 550 ha pour le sud-est), avec des exploitations très anciennes dans l'adoption des SCV (> 3 ans).

Echantillonnage des exploitations

A partir d'une ferme RFR de type C de chaque zone, des fermes de type D et E ont été construites en modifiant la structure du parcellaire de l'exploitation afin qu'elle évolue vers les types recherchés. Pour cela, les surfaces exondées sont conservées mais seulement la surface en rizière varie. L'assolement est aussi identique pour les trois types. En somme, 3 types d'exploitations par zone d'étude ont été modélisées (types C, D et E).

Rappelons que le type C est, selon la typologie de 2007 des exploitations autosuffisantes en riz, ont une surface en RI moins de 3 ha, une surface en RMME moins de 7,5 ha, des surfaces en sols exondés moins de 3 ha qui sont entièrement cultivées dans un objectif de vente, la main d'œuvre temporaire se situe à 100hJ, et font des activités *off farm*.

Le premier critère discriminant de la typologie des exploitations du lac Alaotra est l'autosuffisance en riz. Les rizières irriguées sont les principales garanties d'une production en riz stable. Le type D ayant une autosuffisance en riz aléatoire, ne possède pas de rizières irriguées mais des RMME. Quant au type E, il n'est jamais autosuffisant en riz, du fait de ses faibles surfaces en RMME et sols exondés.

4.3 Demarche de modélisation

Création de variantes d'exploitation

Les enquêtes auprès des fermes de type C ont permis de reconstruire le parcellaire et l'assolement réel de l'exploitation depuis 2007 jusqu'à 2011. A partir de cet assolement réel, on crée une variante SCV pour chaque exploitation type, avec des ITK standards SCV sur labour pour la première année, suivi d'ITK SCV en année 1 et plus, sans labour pour les années suivantes. Puis une variante non SCV (SCI et conventionnel) avec des ITK standards non SCV, stables sur dix ans.

La modélisation s'effectue en conservant la structure du parcellaire de l'exploitation et les cultures sur RMME et RI. Les cultures sur *tanety* et *baiboho* sont remplacées par les systèmes types non SCV et SCV (rotations ou successions culturales types, itinéraires techniques types) sous forme de variantes de l'exploitation.

Les autres paramètres de l'exploitation comme le nombre d'animaux, nombre de personnes à nourrir dans la famille, *off-farm*, etc. sont aussi inchangés.

La modélisation s'effectue sur une durée à moyen terme de 10 ans. Elle est réalisée en années réelles car l'effet climatique sur les rendements est pris en compte pour les systèmes non SCV. En effet, en systèmes SCI et conventionnel, les rendements sont stables mais subissent un fort accident climatique deux années sur dix, sur *tanety*. Par contre, les rendements en système SCV subissent une augmentation progressive en fonction de l'ancienneté du système et de la zone d'étude pour les cultures de maïs et de riz pluvial. Pour le riz, on adopte une augmentation de 3 et 5% pour la zone sud-est et nord est respectivement, et pour le maïs, 4 et 3% pour la zone sud-est et nord est respectivement.

Les indicateurs économiques de comparaison des systèmes

L'évaluation des performances des systèmes SCV s'effectue d'une part à l'échelle de la parcelle et d'autre part à l'échelle de l'exploitation.

L'analyse au niveau de la parcelle repose sur les indicateurs économiques suivants :

- la marge brute pour mesurer la productivité des systèmes ;
- la valorisation de la journée de travail pour mesurer la productivité du travail ;

L'analyse au niveau de l'exploitation repose sur les indicateurs économiques suivants :

- le revenu net agricole (calculé, avant autoconsommation) ;
- le solde de trésorerie et le solde cumulé sur 10 ans.
- le retour sur investissement et le ratio d'intensification pour évaluer le niveau d'intensification du système et donc le degré de risque.

Ces indicateurs économiques permettent d'évaluer la viabilité d'une exploitation.

Création des itinéraires techniques standards pour les systèmes de culture

Les itinéraires techniques standards construits pour cette étude sont basés les itinéraires standards construits par Domas, Penot, BRL, AVSF pour la campagne 2007-2008. Ont été construits des itinéraires techniques standards sur les systèmes SCV, les systèmes innovants et les systèmes conventionnels.

4.4 Modélisation des scénarii testés et principaux resultats

Fermes situées dans la zone nord-est

a) Ferme du RFR modélisée de type C

Elle se situe dans le fokontany d'Imerimandroso

1,8 UTH et 5,5 personnes à nourrir

Assolement des cultures de l'exploitation

	RI	RMME	<i>Baiboho</i>	<i>TanetyBP</i>	<i>Tanety</i>
Surface	1,5	0,8	0,1	0,39	0,08
Assolement réel en 2007	Riz irrigué	RP-riz décrué CS	RP-CS maraîchage	Maïs + légumineuse // RP // arachide ou manioc	Maïs + légumineuse // maïs + légumineuse
Assolement SCV standard	Riz irrigué	RP-riz décrué CS	RP-Haricot CS+vesce	Maïs+légumineuse // RP // maïs + légumineuse // arachide	
Assolement SCl standard	Riz irrigué	RP-riz décrué CS	RP-haricot paillé CS	RP// maïs// arachide	Maïs// maïs// arachide
Assolement conventionnel standard	Riz irrigué	RP-riz décrué CS	RP-haricot CS	Maïs//maïs	Maïs//maïs

b) Ferme modélisée de type D

Exploitation dont l'autosuffisance en riz est aléatoire.

Il s'agit de supprimer la parcelle en RI et d'augmenter la parcelle en RMME de 0,2 ha afin que l'exploitation produise assez de riz paddy pour être autosuffisante les bonnes années.

c) Ferme modélisée de type E

Exploitation non autosuffisante en riz.

La parcelle en RMME a été diminuée de 0,50 ha. L'itinéraire technique de la RMME ne comporte pas de main d'œuvre salariale contrairement au type D.

	RI	RMME	<i>Baiboho</i>	<i>TanetyBP</i>	<i>Tanety</i>
Surface	0	0,5	0,1	0,39	0,08

Fermes situées dans la zone sud-est

a) Ferme du RFR modélisée de type C

Elle est située dans le fokontany d'Ambohipasika

Possédant 4,8 UTH et 6 personnes à nourrir

	RI	<i>Baiboho</i>	<i>Baiboho en location</i>
Surface	1,5	0,2	0,1
Assolement réel en 2007	Riz irrigué	RP – haricot ou tomate CS	RP – haricot ou tomate // maïs + dolique
Assolement SCV standard	Riz irrigué	RP + vesce - Haricot CS paillé	Maïs + légumineuse // RP
Assolement SCl standard	Riz irrigué	RP - haricot paillé CS RP // maïs// arachide	

b) Ferme modélisée de type D

Exploitation dont l'autosuffisance en riz est aléatoire. La parcelle en RI est remplacée par une parcelle en RMME de 1,5 ha.

	RMME	<i>Baiboho</i>	<i>Baiboho en location</i>
Surface	1,5	0,2	0,1

La main d'œuvre salariale est employée sur la RMME à raison de 20 hj/an.

c) Ferme modélisée de type E

Exploitation non autosuffisante en riz. La parcelle en RMME a été diminuée à 0,9 ha.

	RMME	<i>Baiboho</i>	<i>Baiboho en location</i>
Surface	0,9	0,2	0,1

5 Analyse technico-économique : comparaison des performances des systèmes de culture SCV, SCI et conventionnel

5.1 Les fermes de la zone Sud-est Les exploitations du type C

a) Viabilité économique : résultat, solde de trésorerie, solde cumulé sur 10 ans

Pour les systèmes SCV, on observe une augmentation annuelle du résultat due à une augmentation du rendement des cultures de riz et de maïs. Après dix ans de SCV, cette augmentation du résultat atteint 4% par rapport à l'année 0. Pour les systèmes SCI, on observe une variation du résultat de 1,5% selon la nature de l'assolement (riz ou maïs) sur les surfaces exondées. Après dix ans, on observe une différence de 5% du résultat entre les deux systèmes (SCV et SCI) en faveur des systèmes SCV.

Pour les deux systèmes, on observe une variation du solde de moins de 10%. Le solde est supérieure pour les systèmes SCV, et on observe une croissance du solde à partir de la 4^e année. Pour les SCI, on remarque un « effet yoyo » sur le solde à cause des charges et revenus engendrées par certaines cultures présentes dans la sole (mise en place onéreuse de l'arachide, absence de culture de riz qui est très rentable.). Rappelons que dans les système SCV, la rotation sur sols exondés est biennale : riz // maïs tandis qu'en SCI, la rotation est triennale riz // maïs // arachide. On observe une différence de 6% du solde cumulé sur 10 ans entre les deux systèmes en faveur des systèmes SCV.

En résumé, la ferme de type C possède la trésorerie nécessaire (grâce au revenu généré par la rizière irriguée) à l'investissement en système SCV (coût supplémentaire d'achat des semences de la plante de couverture, temps de semis, coût des herbicides etc.) sur sol exondés mais n'a pas vraiment d'intérêt à adopter les techniques SCV.

b) Performances du système de pratiques culturales à l'échelle de l'exploitation : ratio d'intensification ($r = CI/MB$) et retour sur investissement ($r' = MB/CI$)

Les ratios d'intensification stagnent autour de 13 % pour les deux systèmes ce qui est très faible et montre effectivement une part très limitée des intrants (principalement herbicides et engrais) dans le coût de production.

Le retour sur investissement atteint les 700 % en système SCV et 678 % en système SCI en année 10. La valeur élevée de ce ratio est due aux très faibles charges en proportion de la marge brute pour les différents systèmes de culture (<500 000 Ar/an soit environ 16 % de la marge brute par an) sur les deux systèmes.

En résumé, l'exploitation de type C dans la zone VSE est viable économiquement grâce au revenu régulier et élevé généré par la rizière irriguée. L'introduction des systèmes SCV dans l'exploitation n'a que peu d'effet sur revenu.

Les exploitations du type D

a) Viabilité économique : résultat, solde de trésorerie, solde cumulé sur 10 ans

Le résultat est largement supérieur pour les systèmes SCV et tendent à une croissance homogène durant les dix années. Entre l'année 1 et 10, l'amélioration du résultat est de 6% au total, due à l'augmentation des rendements du riz pluvial et du

mais en SCV sur les surfaces exondées, puisque le rendement en système SCV sur RMME est considéré comme stable. En système SCI, il y a des fortes variations de rendement sur RMME (aléa de rendement) d'où il y a une variabilité du résultat.

Le solde a la même allure que le résultat : croissance homogène pour les SCV et fortes variations pour les SCI. Pour les SCI, dans les années correspondant au rendement nul dans les RMME, l'exploitant ne pourra pas couvrir ses besoins en riz et devra donc en acheter ce qui contribuera à faire chuter la trésorerie. Pendant les années de rendement moyen, il couvre tout juste ses besoins en riz mais la vente des autres productions ne suffit pas couvrir les charges de la mise en place des cultures pour la campagne suivante. L'exploitant a donc un problème de trésorerie malgré un revenu *off-farm*.

On observe une différence de solde cumulé de 92% entre les systèmes SCV et SCI après dix ans.

b) Performances du système de pratiques culturales à l'échelle de l'exploitation :ratio d'intensification ($r = CI/MB$) et retour sur investissement ($r' = MB/CI$)

Le ratio d'intensification en système SCV stagne autour de 8%, la prise de risque pour la conduite globale du système est très faible. En système SCI, le ratio varie fortement suivant les aléas climatiques. Une très mauvaise année (années 5 et 10) le ratio indique un risque modéré de conduire le système (>30%). Ce risque est fortement influé par le caractère aléatoire de la production de riz sur RMME

En résumé, l'exploitation de type D en système SCI est viable même si son solde de trésorerie est négatif les années moyenne à mauvaise. Sur 10 ans son solde cumulé augmente de 55% au total. Les systèmes SCV permettent à ce type d'exploitation de non seulement sécuriser le revenu en assurant une production de riz sur RMME plus régulière, et d'améliorer les productions pluviales.

Les exploitations du type E

a) Viabilité économique : résultat, solde de trésorerie, solde cumulé sur 10 ans

Le résultat augmente de 3% au total sur 10 ans en système SCV. On observe les mêmes variations que ce soit en système SCV ou SCI que pour l'exploitation de type D précédente.

Le solde subit une croissance stable au cours des dix années. Pour les SCI, le solde est négatif et l'exploitation n'est pas autosuffisante en riz pendant les années où le rendement de la RMME est moyen (1300 kg/ha) ou nul.

Le solde cumulé sur 10 ans en système SCV est supérieur de 97 % au solde cumulé en SCI.

En résumé, l'exploitation de type E en SCI n'est pas réellement viable vu la trésorerie négative pendant 6 années sur 10. L'exploitant serait obligé de contracter des emprunts pour subvenir aux besoins du ménage et du fonctionnement de l'exploitation. Les systèmes SCV permettent à une exploitation de type E de sécuriser le revenu en assurant une production de riz sur RMME plus régulière d'une part, et d'autre part d'améliorer significativement les productions pluviales.

b) Performances du système de pratiques culturales à l'échelle de l'exploitation :ratio d'intensification ($r = CI/MB$) et retour sur investissement ($r' = MB/CI$)

Le ratio d'intensification en système SCV reste stable à 8%. En système SCI, il augmente les années moyennes à mauvaises sans que l'exploitant ne prenne pas de risque à conduire son système RMME ($r < 30\%$).

Le retour sur investissement en SCI est meilleur de 34% pour une mauvaise année par rapport au type d'exploitation D. Ceci est dû à plus faible intensification des systèmes par rapport au type d'exploitation D (ratio d'intensification de 25% en type E contre 36 % en type D en année 5 en SCI). Le type E possède une surface en RMME plus faible que le type D, l'influence au niveau global de l'exploitation de l'augmentation du ratio d'intensification sur RMME est donc moindre par rapport au type d'exploitation D.

Conclusion sur les exploitations de la zone sud-est

On note que les systèmes SCV ont un impact économique global moindre sur les exploitations du type C, du fait de leur faible proportion sur le revenu par rapport au revenu généré par la rizière irriguée. Pour les fermes du type D et E qui possèdent de la RMME, les aléas appliqués sur la production de riz impactent lourdement sur le solde de trésorerie après chaque mauvaise récolte. Pour ces types d'exploitation, l'augmentation de revenu total sur 10 ans apporté par l'adoption des techniques SCV est significative par rapport aux autres systèmes. Les systèmes SCV sécurisent donc leur revenu. Cependant, ces types d'exploitations n'ont pas un solde de trésorerie suffisamment élevé et stable leur permettant d'investir de façon conséquente sur les surfaces exondées.

Cette analyse montre l'intérêt de travailler sur les scénarios d'amélioration des RMME qui sont importants pour les types B et C.

5.2. Fermes de la zone Nord-est

Exploitations du type C

a) Viabilité économique : résultat, solde de trésorerie et solde cumulé sur 10 ans

Après 10 ans, le résultat d'exploitation est plus élevé en système SCV, soit 6 % par rapport au SCI, et 9% par rapport au système conventionnel. Ceci s'explique par la légère augmentation des rendements en système SCV sur les cultures de riz pluvial et de maïs.

Le solde de trésorerie suit les mêmes variations que le résultat d'exploitation. Etant donné que le revenu *off-farm* et les dépenses de la famille sont équivalents et stables sur 10 ans pour les trois systèmes (SCV, SCI et conventionnel), le solde est donc influencé tout comme le résultat par les variations de rendement du riz de saison sur RMME.

Le solde cumulé sur 10 ans en système SCV est supérieur de 5 % par rapport au SCI et de 8 % par rapport au système conventionnel.

b) Performances du système de pratiques culturales à l'échelle de l'exploitation : ratio d'intensification ($r = CI/MB$) et retour sur investissement ($r' = MB/CI$)

Le ratio d'intensification avoisine les 20% pour les trois systèmes et le ratio plus élevé étant en système conventionnel et le plus faible en système SCV. Aucun des systèmes ne présente de risque important pour l'exploitant même en année mauvaise et moyenne.

Le retour sur investissement est quasiment équivalent dans les 3 systèmes, bien que légèrement supérieur en système SCV.

En résumé, les systèmes SCV ont un impact sur le revenu réel peu significatif sur 10 ans par rapport aux systèmes conventionnel et SCI sur une exploitation de type C, du fait du revenu élevé et stable généré par la rizière irriguée. Les exploitations de ce type sont viables et n'ont pas d'intérêt significatif à adopter les systèmes SCV.

Les exploitations du type D

a) Viabilité économique : résultat, solde de trésorerie et solde cumulé sur 10 ans

Après 10 ans de SCV l'amélioration du résultat d'exploitation est de 16% par rapport au système SCI et de 19% par rapport au système conventionnel. Cela s'explique par l'augmentation de rendement en système SCV sur le riz pluvial et le maïs tandis qu'en SCI et système conventionnel les rendements sont stables (excepté sur *tanety* où est simulé un accident climatique tous les 5 ans).

Comme précédemment le solde de trésorerie suit les mêmes variations que le résultat d'exploitation.

Le solde cumulé sur 10 ans en système SCV est 15 % plus élevé qu'en système SCI et 18 % plus élevé qu'en système conventionnel.

b) Performances du système de pratiques culturales à l'échelle de l'exploitation :ratio d'intensification ($r = CI/MB$) et retour sur investissement ($r' = MB/CI$)

Le ratio d'intensification est inquiétant les années 5 et 10 en systèmes SCI et conventionnel (autour de 50 %). En système SCV il s'agit essentiellement de la récolte nulle sur RMME qui fait augmenter le ratio d'intensification global de l'exploitation. En systèmes SCI et conventionnel il s'agit également du système en RMME mais aussi du système de culture sur *tanety*. L'agriculteur prend alors un risque en conduisant ces cultures.

Le retour sur investissement est supérieur en système SCV. Par ailleurs, en système SCV les productions sont plus importantes qu'en système conventionnel et SCI.

Pour conclure, l'exploitation de type D est viable en système SCI et conventionnel grâce aux surfaces exondées importantes. Toutefois, les systèmes SCV permettent d'assurer significativement un revenu plus élevé et plus stable.

Les exploitations du type E

a) Viabilité économique : résultat, solde de trésorerie et solde cumulé sur 10 ans

Après 10 ans de SCV l'amélioration du résultat d'exploitation est de 18% par rapport au système SCI et 23% par rapport au système conventionnel. Cette augmentation est significative du fait de la plus faible proportion de RMME sur la SAU.

En système SCV, le solde de trésorerie est positif. Les systèmes SCV sécurisent donc le solde les années où la récolte est nulle sur RMME. Par contre, le solde de trésorerie en années mauvaises (5 et 10) est négatif pour les systèmes

conventionnel et SCI. La récolte de riz sur RMME est nulle, l'exploitation n'est pas autosuffisante en riz. La trésorerie plonge car l'exploitant n'a pas récupéré l'investissement fait sur RMME, et doit non seulement acheter du riz pour couvrir les besoins du ménage mais aussi investir pour la mise en place des cultures pour la campagne suivante.

Le solde cumulé après 10 ans en système SCV est supérieur de 30 % au SCI, et de 39 % au système conventionnel. Le revenu réel de l'exploitation en type E est très significativement amélioré par les systèmes SCV.

b) Performances du système de pratiques culturales à l'échelle de l'exploitation :ratio d'intensification ($r = CI/MB$) et retour sur investissement ($r' = MB/CI$)

Le ratio d'intensification indique une légère prise de risque en système conventionnel et SCI pour les années 5 et 10 (autour de 37%).

Le retour sur investissement est plus élevé de 9% en système SCV par rapport au SCI en année 5 et de 22% en année 10. En système SCV l'augmentation du retour sur investissement est liée à l'augmentation progressive des rendements en riz pluvial et maïs.

En résumé, l'exploitation de type E en système conventionnel et SCI est viable économiquement malgré une trésorerie négative les mauvaises années. Les systèmes SCV sur les cultures pluviales sécurisent la trésorerie les mauvaises années et améliorent le revenu.

Conclusion sur les exploitations de la zone nord-est

Comme identifié précédemment dans la zone sud-est, les systèmes SCV ont un impact économique moindre sur les exploitations du type C. En effet, ces exploitations, avec peu de surfaces exondées ont relativement peu à gagner à investir dans des systèmes SCV sur les cultures pluviales comparativement au revenu généré par leurs rizières. Pour les exploitations de types D et E l'augmentation de revenu apporté par l'adoption des techniques SCV est par contre plus important. Les systèmes SCV contribuent à sécuriser leur revenu face aux aléas climatiques, surtout pour le type E qui ne possède que 0,5 ha de RMME. En définitive les techniques SCV permettent aux exploitations de type D et E de sécuriser leur revenu à condition qu'elles aient suffisamment de surfaces exondées, au moins 0,7 ha.

6 Evaluation de la performance des systèmes de cultures à l'échelle de la parcelle

Dans cette partie on modélise à l'échelle de la parcelle les différentes pratiques culturales SCI, SCV et conventionnelles en s'affranchissant des données globales d'exploitation afin d'évaluer les performances pures des systèmes. Les indicateurs permettant d'évaluer la performance d'un système de culture sont la marge brute/ha et la valorisation de la journée de travail

6.1. Système de culture sur baiboho

Comparaison de la VJT du système riz pluvial – CS sur *baiboho* en système SCV et SCI

La VJT en SCI stagne à 7500 Ar/jour (soit trois fois le salaire journalier agricole moyen) tandis qu'en système SCV elle augmente de 700 Ar entre l'année 0 et l'année 1 puis augmente progressivement d'environ 200 Ar/an, soit 22% d'augmentation au total sur 10 ans.

Comparaison de la marge brute du système riz pluvial – CS sur *baiboho* en système SCV et SCI

Sous l'hypothèse de stagnation des rendements en SCI, après 10 ans, le système SCV améliore significativement la marge brute de 16 % par rapport au système SCI. Pour ce dernier, la marge brute stagne à 1800 kAr par an. On note qu'en année 0, la marge brute en système SCV est inférieure de 1,4% au système SCI. Cela s'explique par des charges plus importantes liées à la plante de couverture, c'est-à-dire la vesce en saison (semences et temps de semis).

6..2. Système de culture sur *tanety*

Comparaison de la VJT des systèmes maïs // riz // maïs // arachide en SCV ; maïs // maïs // arachide en SCI ; et maïs // maïs en système conventionnel sur *tanety*.

En système SCV, les variations de la VJT sont liées à l'assolement. Elle varie de 7 000 à 16 000 Ar. Les pics correspondent à la récolte de riz pluvial étant donné que la marge brute du riz est plus importante que celle du maïs ou de l'arachide. En système innovant, la VJT varie également avec l'assolement cultural. Elle varie de 2 000 à 9 500 Ar. En système conventionnel, la VJT varie de 2 000 à 5 000 Ar mais a une tendance à être plus stable. La monoculture de maïs permet d'obtenir le pic de VJT (5 000 Ar) mais légèrement plus faible qu'en SCI. Le système SCV permet de mieux valoriser la journée de travail que les systèmes conventionnel et innovant du fait d'une rotation plus diversifiée d'une part, et à la hausse progressive des rendements de riz pluvial et maïs d'autre part. On constate une double augmentation de la VJT au bout de 10 ans. En système conventionnel et SCI, la VJT reste quasiment stable sur 10 ans.

Comparaison de la marge brute des systèmes maïs + dolique // riz // maïs + dolique // arachide en SCV ; maïs // maïs // arachide en SCI ; et maïs // maïs en système conventionnel sur *tanety*

En SCV, la marge brute situe entre 950 000 à 1 400 000 Ar. On observe une augmentation du MB de 32 % au total sur 10 ans. La variation du MB est dû à l'assolement. En SCV, la MB varie de 300 000 à 1 100 000 Ar. Les variations de la MB sont dues à l'assolement. En SC conventionnel, la marge brute reste stable du fait d'une monoculture de maïs sans variations de charges ni de rendement. Elle varie de 250 000 à 650 000 Ar. En SCI et SC conventionnel, la MB chute en années 4 et 9 à cause de la baisse du rendement de 50% sur la culture de maïs.

Pour resumer dans ce système, les techniques SCV ont pour effet de stabiliser la marge brute comparé aux systèmes SCI et conventionnel. De plus, après 10 ans, la marge brute du système SCV est très significativement supérieure (81%) à celles des systèmes conventionnels et SCI, dans un contexte de mauvaise année climatique.

Conclusion générale

Il a été montré que les exploitations de type C ont peu d'intérêt à adopter les systèmes SCV, tandis que ceux-ci offrent une opportunité intéressante de sécuriser et d'améliorer le revenu pour les exploitations de type D. Par conséquent, on peut dire que l'adoption des techniques SCV est uniquement intéressante économiquement pour le producteur qui fait des cultures pluviales sur sols exondés (par manque de foncier en RI et en RMME). Ces systèmes SCV peuvent améliorer significativement les revenus des exploitations de type C et D à condition que ces dernières possèdent des surfaces exondées suffisamment importantes pour générer un revenu équivalent ou supérieur à celui des rizières. Les exploitations de type E ont fortement intérêt à adopter ces systèmes pour assurer leur viabilité. Cependant, leur faible trésorerie les oblige à avoir recours au crédit en fonction du niveau d'intensification choisi.

7 Proposition d'autres scénarii non encore testés

On a vu précédemment que l'intérêt et l'impact de l'adoption des systèmes SCV sont différents selon les types d'exploitations. Les scénarii proposés doivent alors prendre en compte ces intérêts de l'adoption des systèmes SCV ainsi que la structure du parcellaire et les moyens financiers de l'exploitation.

Pour les types C (autosuffisants en riz), dont le revenu de l'exploitation est issu dans la majeure partie de la riziculture, les systèmes SCV ne sont pas vraiment adoptés à condition qu'ils génèrent un revenu supérieur ou égal à celui issu de la riziculture. Ils peuvent aussi investir à l'intensification des systèmes SCV et dans d'autres activités rémunératrices grâce à une solide trésorerie. De plus, ces types peuvent exploiter davantage les sols des *tanety*.

On propose les scénarii suivants à ces types d'exploitation :

- mise en place de système SCV à bas niveau d'intrants produisant une forte quantité de biomasse sur *tanety* pauvre dans la zone nord-est : manioc + stylosanthès ou brachiaria// riz pluvial + mise en place d'un atelier laitier et valorisation de 40% de la biomasse de couverture pour affouragement en vert de la vache laitière ;
- mise en place de système SCV intensif en intrants, produisant une forte quantité de biomasse sur *tanety* riche dans la zone sud-est : maïs+stylo//RP + mise en place atelier lait + valorisation de 100% de maïs pour fabrication ensilage et 30 % de la biomasse de couverture pour affouragement en vert des vaches laitières ;
- spéculation du riz et vente de 50% de la production en période de soudure (octobre à décembre) pour les types C ;
- achat d'une motopompe et intensification des cultures maraichères sur *baiboho* (tomate, etc.) en contre saison pour augmenter les rendements ;
- mise en place d'un atelier porcin de type naisseur ;

- mise en place d'un étang de pisciculture de 1 ha : production d'alevins et grossissement de carpe, de tilapia, etc. pour renforcer la trésorerie

Pour les types D, à autosuffisance aléatoire selon les aléas de rendement sur RMME, les systèmes SCV peuvent avoir une place importante dans l'exploitation et peuvent améliorer et sécuriser les revenus de ces exploitations.

On propose les scénarii suivants à ces types d'exploitations :

- intensification du système SCV sur *tanety* : maïs + légumineuse// arachide par l'utilisation de 2, 4 D, engrais minéraux ;
- location d'une parcelle de RMME de 0,5 ha puis mise en place d'un système SCV intensif : RP//maraichage paillé en CS
- amélioration de la quantité et la qualité de fumier par l'achat de deux zébus de trait, fabrication d'un parc amélioré, fosse fumière avec toit, utilisation litière ; pour augmenter le rendement en paddy dans les RMME.

Pour les types E, non autosuffisantes, on propose les scénarii suivants :

- intensification du système SCV sur *tanety* bas de pente : maïs + légumineuse // RP par l'utilisation de 2, 4 D, engrais minéraux + crédit de 500 000 Ar
- crédit de 800 000 Ar puis location de 0,2 ha de *baiboho* et mise en place d'un système SCV : RP// CS maraichage

Par ailleurs, des scénarii dits « idéaux » peuvent être aussi avancés :

- *Idéal 1* : mise place des systèmes SCV pour la totalité des surfaces exondées de l'exploitation, avec une progression de la surface dédiée aux SCV en 4 ans ;
- *Idéal 2* : mise en place des systèmes SCV sur la moitié des surfaces en RMME de l'exploitation, avec une progression des surfaces dédiées aux SCV en 4 ans ;
- *RMME amélioré* : mise en place d'un itinéraire technique de riz pluvial seboita sur la totalité des surfaces en RMME de l'exploitation ;
- *Idéal 1 + RMME amélioré*
- *Idéal 1 + RMME amélioré + SRI/SRA* sur les RI

Enfin, on ajouterait aux scénarios existants :

- Le scénario bonne maîtrise des systèmes en prenant les meilleurs systèmes SCV montrant ainsi le résultat maximal potentiel possible.
- Le scénario « intensification écologique »